


Проаналізовано ряд стаціонарних та мобільних приладів для контролю струмів витоку на тролейбусах. Дано рекомендації з їх використання та підвищення надійності роботи та електробезпеки тролейбусів.

**УДК 629.421, 621.315****В.О. Шматков, к.т.н..***Науково-дослідний конструкторсько-технологічний інститут міського господарства, м. Київ***В.І. Коваленко***Харківська національна академія міського господарства*

ДО ПИТАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКИ ТРОЛЕЙБУСІВ

Силові ланцюги тролейбусів живляться від мережі постійної напруги 600 В, а максимальна напруга може сягати 720 В [1]. Враховуючи, що тролейбусний парк суттєво зношений, ізоляційні матеріали з часом погіршують свої параметри, а корпус тролейбуса не має заземлення та ізольований від землі гумовими частинами коліс, актуальним є питання забезпечення безпеки пасажирів при їх посадці і висадці з тролейбуса, особливо при несприятливих погодних умовах, тому є необхідним створення ефективних технічних засобів контролю струму витоку на корпус тролейбуса.

В даний час тролейбусний транспорт у багатьох містах України на 80% вичерпав свій термін експлуатації. В процесі експлуатації відбуваються хімічні перетворення в сполучних і просочувальних матеріалах, з'являються тріщини в ізоляції через температурні перепади, що приводить до погіршення параметрів електробезпеки [2,3]. Опитування експлуатаційних підприємств, проведений НДКТИ МГ разом з державною технічною інспекцією міського електричного транспорту показало, що багато підприємств на питання яким приладом користуються при оцінці електробезпеки тролейбусів відзначили – мегоометром. Але опір ізоляції в більшій степені характеризує працездатність ізоляції електричних апаратів, а струм витоку є інтегральним параметром [4], що характеризує електробезпеку тролейбуса. Проведене опитування показало, що багато підприємств (малих) не мають ефективних технічних засобів, що дозволяють здійснювати контроль струмів витоку. В експлуатаційних умовах стратегія керування електробезпекою тролейбусів повинна включати 2 етапи:

Перший етап – контроль інтегрального параметра – струму витоку зовнішнім приладом при проходженні технічного обслуговування і ремонту тролейбусів. На цьому етапі у випадку, якщо струм витоку вище 3 мА тролейбус проходить відновлювальні операції по ланцюгах і елементам електричного обладнання, параметри ізоляції яких нижче допустимих. Контроль електробезпеки тролейбуса на першому етапі не завжди гарантує безпеку для пасажирів і обслуговуючого персоналу, оскільки в депо в суху погоду струм витоку може бути в нормі, а при виїзді на маршрут можливе погіршення погодних умов і струм витоку досягає значень значно вищих норми.

Другим етапом варто вважати постійний контроль струмів витоку вбудованими діагностичними пристроями.

У НДКТИ МГ розроблено і поставлено на виробництво ряд приладів контролю струмів витоку як стаціонарних так і переносних. До таких приладів відносяться стаціонарні прилади для виміру струмів витоку УКТУ–232. Пристрій складається з корпусу, в якому змонтовані блок живлення, міліамперметр, органи керування, електронна схема вимірів, захисту і сигналізації, а також щуп і сполучні дроти. Пристрій УКТУ–232 атестовано в Держстандарті, він успішно експлуатується в тролейбусних депо № 1,2,4 Київпастрас.

Недоліком пристрою контролю струму витоку УКТУ–232 є відсутність стабілізованого джерела живлення ± 600 В. Таке джерело живлення у різних ремонтно-експлуатаційних господарствах ТТУ України в контактній мережі коливаються від 420 В до 720 В. Отже і струми витоку будуть різні, оскільки на корпус через порушення ізоляції попадає різний по-

тенціал. У інструкції експлуатації тролейбусів [5] визначено нормативний струм витоку 3 мА без нормування напруги. Враховуючи вищенаведене, пропонується доповнити п.3.3.628 ПЕ-ТіТ “Величина струму витоку не повинна перевищувати 3 мА для номінальної напруги контактної мережі 600В (ДСТУ...)”.

Дана вимога буде обов'язковою технічною вимогою, що забезпечує стабілізовану напругу 600 В на випробуваній ділянці контактної мережі. НДКТІ МГ разом із заводом “Електроважмаш” (м. Харків) розробили та поставили на виробництво в 2000 р. пристрій контролю електробезпеки тролейбуса [6] типу УКЕТ-5, який встановлений та успішно експлуатується в тролейбусному депо № 3 Київпаstrанс. Пристрій УКЕТ-5 складається з блоку живлення, стабілізованого джерела живлення з високовольтним виходом для електричного контакту зі струмоприймачами тролейбуса, блоку індикації, джерела живлення ~220/9 В, струмознімача з корпусу тролейбуса (щупа).

Пристрій має вбудований міліамперметр для виміру струму витоку, кнопку перевірки працездатності, вбудований щуп з двома голчастими контактами, сигналізацію наявності контакту з корпусом тролейбуса.

Стационарний пристрій УКЕТ-5 уніфіковано з мобільним переносним пристроєм із вбудованим блоком живлення (батарейками сумарною напругою 9 В). Пристрій виміру струму витоку (УКТУ-01) може використовуватися з метою контролю струму витоку як у ремонтно-експлуатаційних депо, так і на кінцевих зупинках маршрутів тролейбусів. Він має невелику вагу (1,5 кг) і сигналізацію перевищення величини струму витоку вище $3 + 0,2$ мА як звукову, так і світлову.

Для постійного контролю потенціалу на корпусі тролейбуса, з метою забезпечення електробезпеки тролейбуса у випадку недопустимого зниження рівня ізоляції високовольтних ланцюгів тролейбуса у НДКТІ МГ розроблений прилад контролю струму витоку (вбудований) ПКУТ-01. Прилад установлюється на рухомому складі і складається з блоку виміру, блоку індикації (світлової і звукової), струмозаземлюючого пристрою.

Функціональна схема приладу представлена на рис. 1.

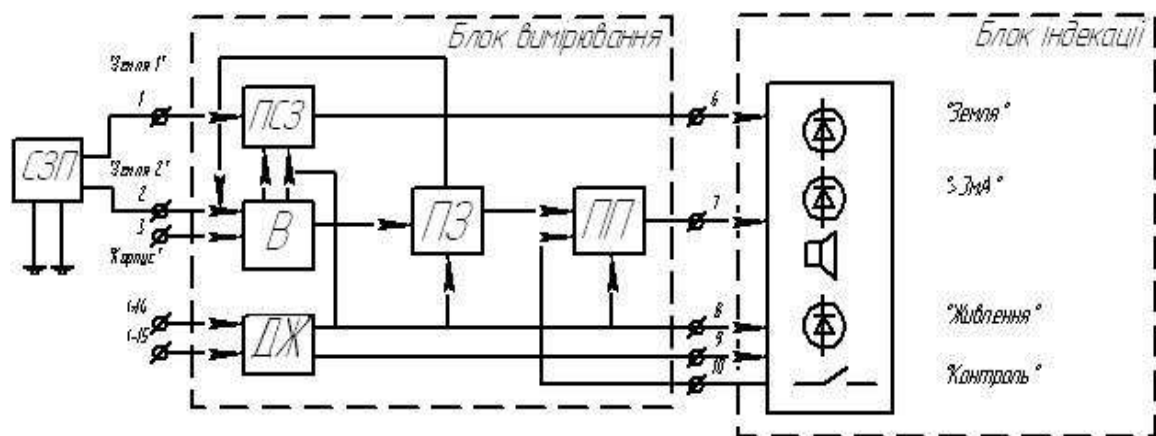


Рис. 1 – Функціональна схема приладу контролю струму витоку ПКУТ-01: СЗП – струмозаземлюючий пристрій (струмозаземлюючі провідники, ізольовані від корпусу тролейбуса); ПСЗ – пристрій сигналізації контакту струмозаземлюючих провідників із землею; В – випрямляч; ПЗ – пристрій захисту; ПП – пороговий пристрій; Ф – формувач; ДЖ – джерело живлення.

Блок вимірювання складається з: випрямляча (В), пристрою сигналізації контакту струмозаземлюючого пристрою із землею (ПСЗ), – пристрою захисту (ПЗ), порогового пристрою (ПП), джерела живлення (ДЖ).

Загальний вигляд блока вимірювання зображений на рис. 2.

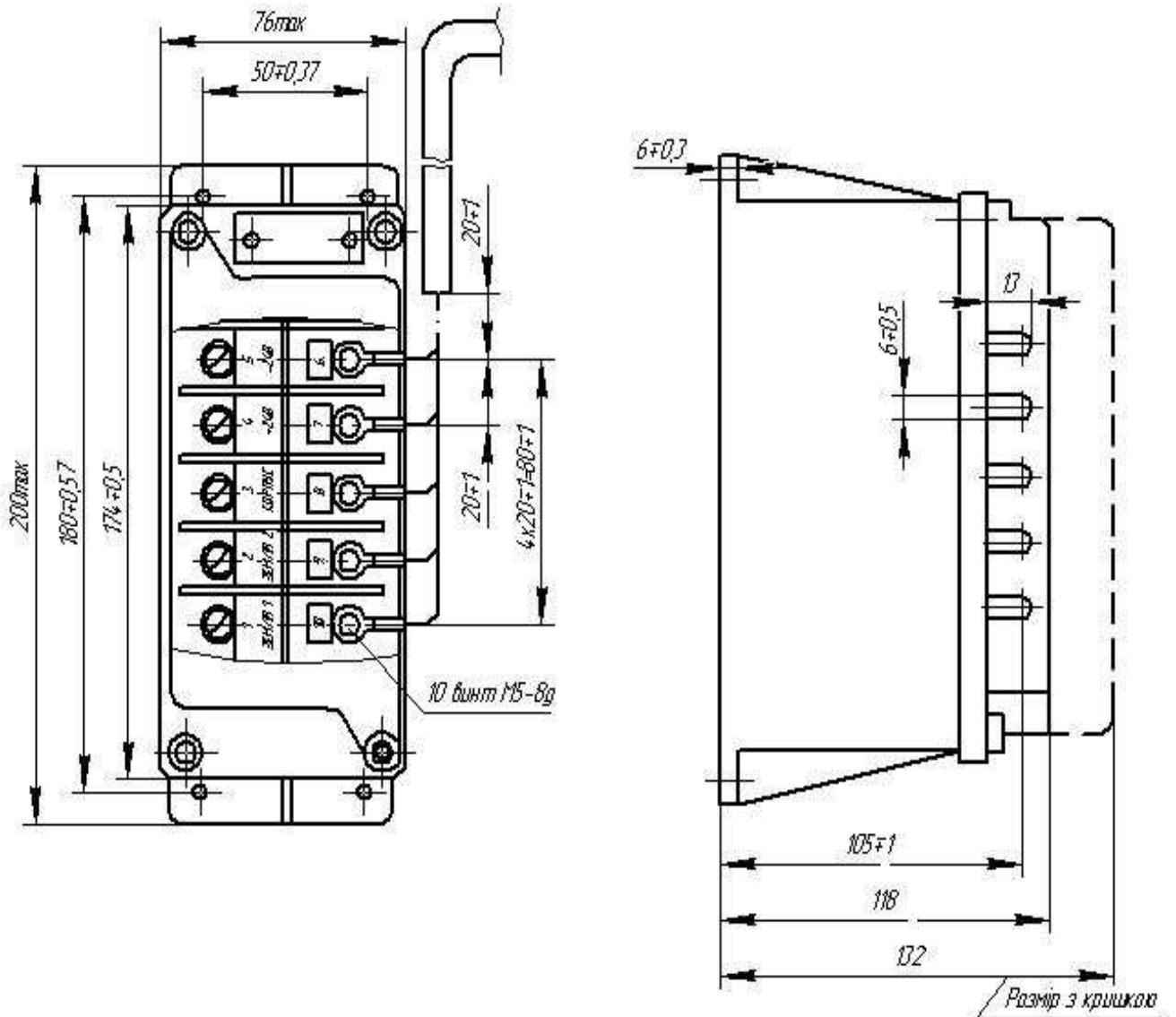


Рис. 2 – Блок вимірювання

Блок індикації складається з: формувача звукового та світлового сигналу (Ф), кнопки «Контроль», індикаторів світлових («Земля», «>3 мА», «Живлення»).

Загальний вигляд блоку індикації зображений на рис. 3.

Струмозаземлюючий пристрій (СЗП), ізолюваний від корпусу тролейбуса, являє собою два струмозаземлюючих провідників, виконаних із гнучкої струмопровідної гумової стрічки, армованої сіткою із мідного дроту (рис. 4).

Прилад працює наступним чином: клемні контакти 1 і 2, (рис. 1) підключаються до струмозаземлюючих провідників, ізолюваних від корпусу тролейбуса. Контакт 3 під'єднується до корпусу тролейбуса. На контакти 4 (+) і 5 (–) приладу під'єднується акумуляторна батарея тролейбуса. Вмикається джерело живлення приладу (ДЖ), про що сигналізує світлодіод „Живлення”. При замиканні контактів 1 і 2 через опір землі, за умови присутності вологи на дорозі, пристрій сигналізації контакту струмозаземлюючих провідників із землею сигналізує світлодіодом „Земля” про наявність контакту.

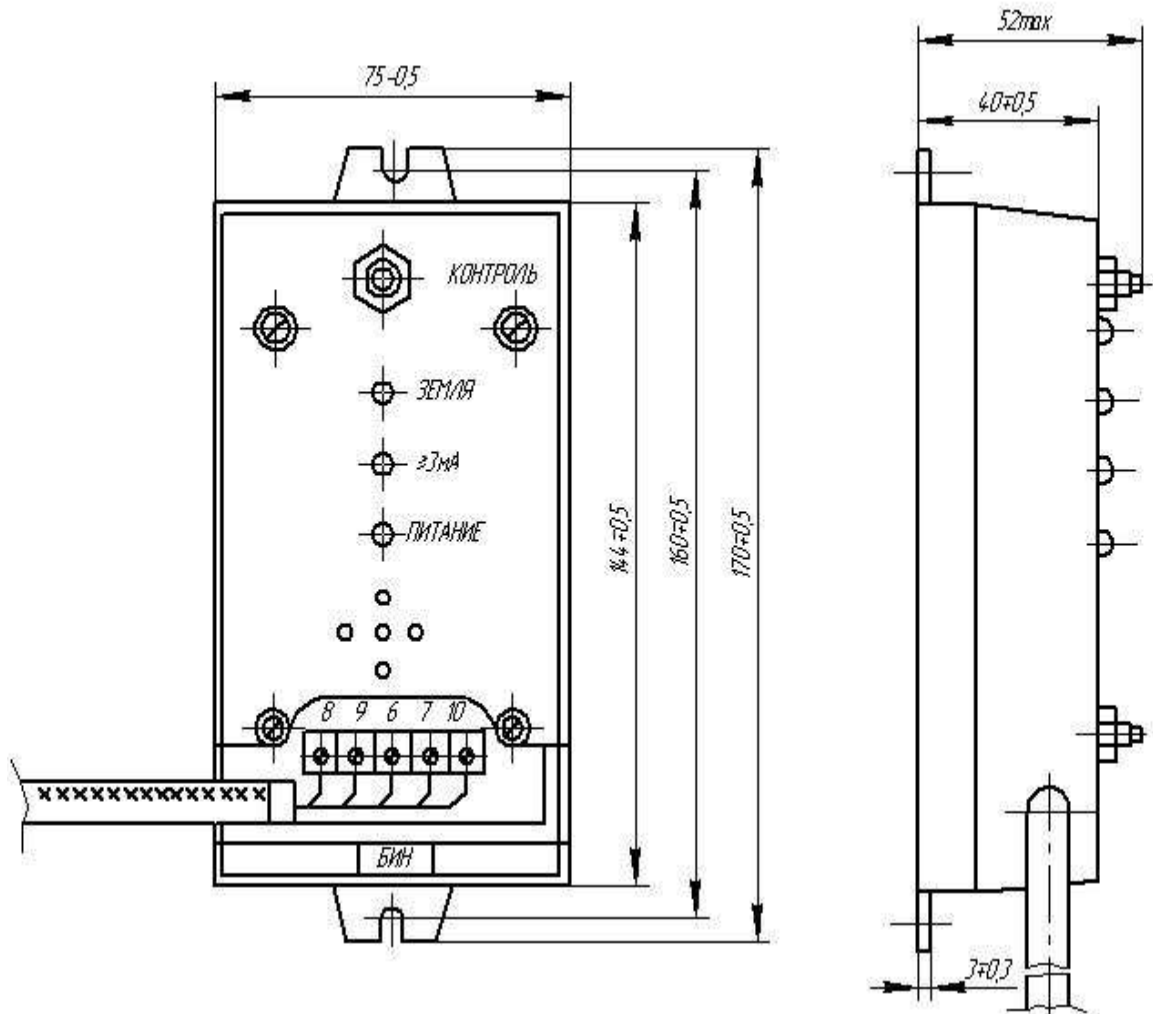


Рис. 3 – Блок індикації

При наявності потенціалу на корпусі тролейбуса відносно землі, по колу «корпус тролейбуса – контакт 3 приладу – випрямляч – пристрій захисту – контакт 2, струмозаземлюючий провідник – земля» протікає струм витоку.

При перевищенні величини струму витоку більше 3 мА спрацьовує пороговий пристрій і за допомогою формувача (Ф) подається світловий (червоний світлодіод «> 3 мА») і звукової сигналізації (зумер). Якщо струм витоку перевищує 4,5 мА, то спрацьовує пристрій захисту (ПЗ), що захищає елементи приладу від великих струмів витоку.

При натисканні кнопки «Контроль» на пороговий пристрій подається напруга з джерела живлення і формувач видає сигнали світлової (світлодіод «> 3 мА») і звукової сигналізації (зумер).

Монтаж приладу виконується в кабіні водія. Струмозаземлюючий пристрій повинен підключатися до блоку вимірювання за допомогою проводу, ізоляція якого розрахована на напругу не менше ніж 1200 В, з перерізом не менше ніж 0,5 мм². Опір одного струмозаземлюючого пристрою від кінцівки гумової стрічки до входної клеми блоку вимірювання – не більше 100 Ом.

Струмозаземлюючі провідники повинні бути встановлені на корпусі тролейбуса з кожного боку, ізольовано, в місцях, захищених від попадання бризок води та бруду з під коліс тролейбуса (наприклад, за бризговиком).

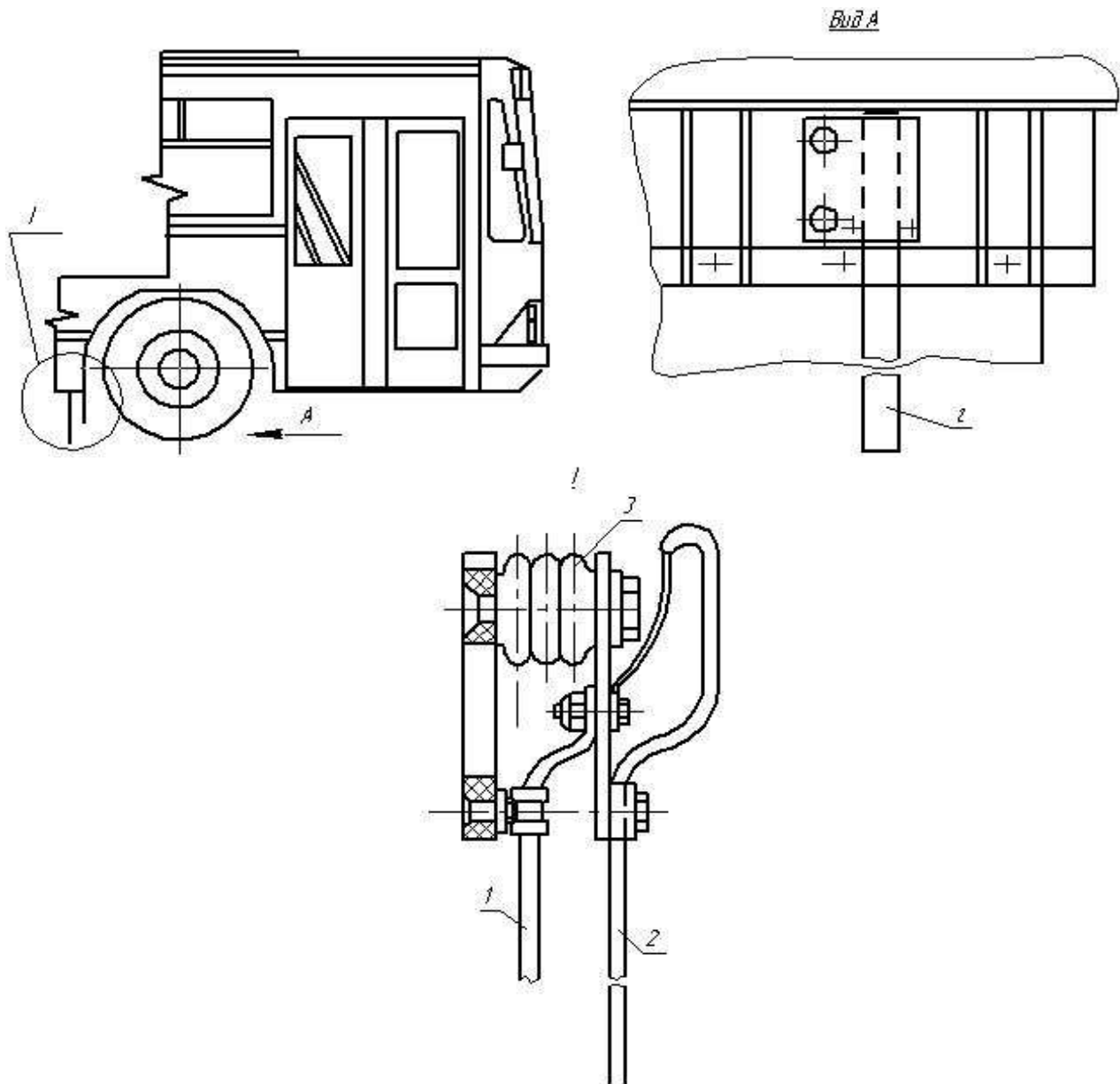


Рис. 4 – Схема встановлення струмозаземлюючого провідника:

1 – з'єднувальний провід, 2 – струмозаземлюючий провідник, 3 – ізолятор

Опір ізоляції одного струмозаземлюючого пристрою [6] відносно корпусу тролейбуса – не менше 100 МОм. В процесі експлуатації допускається зниження опору ізоляції струмозаземлюючого пристрою до 10 МОм при відносній вологості повітря більше 80 %.

Вбудований прилад контролю струму витoku типу ПКУТ -01 пройшов випробування в ремонтно-експлуатаційному депо №4 Київпастрас.

Висновки

Зовнішні пристрої контролю струму витoku не вирішують в повному обсязі проблему електробезпеки пасажирів і обслуговуючого персоналу тролейбусів. Розроблені вбудовані прилади контролю струму витoku дозволяють забезпечити електробезпеку при появі на корпус небезпечного потенціалу, особливо при несприятливих погодних умовах. Нормоване значення струму витoku 3 мА слід контролювати при фіксованій напрузі контактної мережі. Запропоновані прилади та нормативні значення дозволять підвищити електробезпеку при експлуатації тролейбусів.

Література

1. Ефремов И.С., Косарев Г.В. Теория и расчет электрооборудования подвижного состава городского электрического транспорта. – М.: Высшая школа. - 1976. - 480 с.
2. Манойлов В.Е. Основы электробезопасности. Л.: Энергоиздат, 1991. - 480 с.
3. ГОСТ 21657-83. Электрическая изоляция изделий ГСП. Технические требования. Методы испытаний.
4. ГОСТ 12.1.009-76. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Термины и определения. Утв. 28.05.76 г. пров. 30.12.81.
5. Правила эксплуатации трамвая и троллейбуса. Утв. 10.12.96 введ. 16.03.97 К: Госжилкомхоз, 1997-103 с.
6. Томлянович Д.К., Чубуков В.И. Защита устройств электроснабжения троллейбусов. М.: 1980. - 150 с.
7. Чернов В.В., Кобан С.Л. Устройство контроля сопротивления изоляции сети постоянного тока. А.с. SU № 1647454 А1 от 19.06.89.

К ВОПРОСУ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ ТРОЛЛЕЙБУСОВ

В.В. Шматков, В.И. Коваленко

Проанализировано ряд стационарных и мобильных приборов для контроля токов утечки на троллейбусах. Даны рекомендации по их использованию и повышению надежности работы и электробезопасности троллейбусов.

TO THE QUESTION OF TROLLEYBUSES' ELECTRIC SAFETY ENSURING

V.V. Shmatkov, V.I. Kovalenko

The line of stationary and mobile devices for the control of leakage currents on trolleybuses were analyzed. The recommendations as to their usage, increased reliability and the electric safety of the trolleybuses were given.